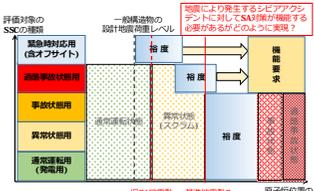


地震安全基本原則案 コメント対応表

地震安全原則	コメント		議論内容	対応方針
<p>(地震安全の対象) 地震安全の検討は、原子力発電所の構築物・系統・機器の機能喪失とその結果を考える。シビアアクシデントを含む事故の結果評価には、原子力発電所における事故が周辺地域等サイト外に与える影響を含める。 備考1：原子力発電所の構築物・系統・設備には、使用済み燃料プール、使用済み燃料や廃棄物とその倉庫、シビアアクシデントに対処するための施設、サイト内道路等、原子力発電所の地震安全に関わる活動に直接・間接に関わりうるサイト内の全ての施設がその対象に含まれる。 備考2：実際の地震被害では、原子力発電所の地震被害と周辺地域の地震被害が相互に影響する。原子力発電所における事故対応や、オフサイトにおける緊急時対応の計画等の議論にあたっては、このような相互の影響があることを前提としなければならない。</p>	1-1	最初に、用語の定義があった方が議論しやすい。	<ul style="list-style-type: none"> 候補にマーカー（青） 原則案中で共通認識とすべき用語（名詞以外のものも検討対象）を整理する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 対象とすべき語句を WG1 でひとまず抽出し、各 WG に過不足を確認する。また定義の記載については企画 WG でコントロールし、各 WG に作成を依頼する。
	1-2	この書き方だと、結果評価のみサイト外と受け止められる。本原則で敷地外対応も入れるのであれば、検討においても敷地外を入れるべき。	<ul style="list-style-type: none"> 理念としてはサイト外も入る。2)は安全に対するマネジメントに入れるのがよい。 	
	1-3	基本原則と同じものでも地震安全に必須の項目は、断り書きをしたうえで再掲の方がわかりやすいと思います。ここは、「地震安全の対象」ではなく、「地震安全の目的」とでもすべきかと思います。	<ul style="list-style-type: none"> 原則の全体構成も意識した上で、以下の趣旨で修文する。 地震安全の目的を書いた上で、総合的に何を護るのかを書く。ここでは地震安全に必要な項目だけ並べておく。タイトルは地震安全の目的と対象がよい。 	<ul style="list-style-type: none"> 「地震安全の目的は、地震時の影響を踏まえて、人と環境を・・・防護すること。」とし、備考において、地震はどこまで考えるのか、距離、人、機器、時間軸などの観点で記載する。
	1-4	備考1は注釈でも良いが、備考2については、前提条件なので何らかの形で本文とすべきではないか。		
	1-5	備考1：SSCに加えて、運転員、その他プラント要員、サポート施設に係る要員等、人間に係る配慮が必要ではないか。またサイト外の資機材や人間に関しても何らかの言及が必要ではないか。		
	2-1	冒頭に本原則の基本的な考え方・目的が最初に明示されるべきと考えます。即ち地震時に原子力発電所から放射性物質が大規模な飛散される等により環境に与えるリスクを、許容可能なレベルに低く抑えることが目的であり、その許容可能なレベルの考え方と設定、それを達成する手段の考え方を提示するものであるという言及が必要と考えます。		
1-6	基本原則と同じものは今回の対象から除外するか？	<ul style="list-style-type: none"> 原子力安全の責務と基本的には同じ。人と環境を護るのが目的であり、原子力安全を支えるものという位置づけとしては変わらない。6)への対応は、「除外しない」。 主語を明確にして、事業者の責務や地方行政や規制のこういう考え方であるところを記載したほうがよい。 地震国としての日本の特性をより一層配慮することが日本には必要という問題意識の下に責務を果たすべきとすべきでは。報告書の冒頭、安全の目的や責務の備考、フットノートなどどこかに背景として書かれるべき。 継続的安全については、責務に書いてもよいのでは。 		
1-7	コメント No.3 に同じ。「地震安全に対する責務」とすべきか？			
<p>2. 安全に対するマネジメント (地震安全を確保する手段) 地震に対する原子力安全は、事業者による高い品質の耐震設計、建設、定期的な安全性評価、運転、維持管理（保守）、および廃止措置に加え、規制機関の効果的かつ合理的な審査、サイト内外における事故対応、緊急時対応、復旧等に関する準備、これらの活動を円滑にするための効果的な議論を含む利害関係者間のコミュニケーションにより実現する。</p>	1-8	ここもコメント No.3、7 と同じく、「地震安全に対するマネジメント」とすべきか？	<ul style="list-style-type: none"> No.3,6 と同様に「地震安全」として書き下す。 	
	1-9	（原則4）レジリエンスの考え方を取り入れた Safety-II を考慮する（地安分 1-2：第一回委員会議事録より）ならば、緊急時対応運転マニュアルに記載が無いような弾力的判断に基づく柔軟な対応実施の許容を担保するマネジメントシステムである必要がある。 （関連項目：原子力安全の基本的考え方について 第I編別冊 深層防護の考え方 3.2.4 設計基準を超える外的ハザードに対する取組み） 【参考】（運転：要件 26 では全ての手順を手順書に反映する必要があり、逆に手順書に従った手順以外を許容しない－許容するには承認等の手続きを要し、柔軟な対応を阻害する－？） →（原則 5.2）は訓練が対象であるが、実際の運転において	<ul style="list-style-type: none"> レジリエンス的な柔軟な対応も読み取れるよう、形容詞などを工夫して修文する。 	

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
	も適用されるようにする必要がある？（運転：要件 18 で読めるか？）		
	1-10 設計は事業者のみによってなされるものではないのでは。 【修正案】 地震に対する原子力安全は、事業者による高い品質の耐震設計、製造、建設、施工、据付、定期的な安全性評価、運転、維持管理（保守）、および廃止措置に加え、・・・	・マネジメントに対する主語が必要。それぞれ個別のマネジメントを確立した上で、マネジメント間のコミュニケーションも入れる。がちがちに縛るだけでなく、レジリエンス的に柔軟な対応も含む。書き方としては、細則として個別に書いてみて、後でマージする。	
3. 安全評価 原子力又は放射線の異常事象の理解にもつぎ、全ての施設と活動が（不確かさを考慮した上で）妥当なものであることを確認するため、包括的な決定論的安全評価と確率論的安全評価が実施されなければならない。安全評価は適宜最新知見を反映し、合理的に達成可能な範囲でプラントの安全性へフィードバックしなければならない。（注：必ずしもバックフィットを必須とするわけではない。）	1-11 放射線の異常事象は原子力の異常事象の中に含まれるものではないか。“原子力又は放射線”とわざわざ対比して記載する理由は何か。	・「原子力施設にかかる異常事象の理解に基づき、・・・」に修文する。	・「原子力施設にかかる異常事象の理解に基づき、・・・」に修文する。
	1-12 ここも No.3,7,8 と同じく、「地震安全評価」とすべきか？	・他の部分も踏まえて後ほどすわりを確認する。	追って対応する。
	1-13 下記 14)のフローには、フィードバックの流れを追加する必要がある。		
	1-14 耐震設計及び耐震安全評価のプロセス案（WG2）における決定論的地震安全評価と確率論的安全評価との関係 耐震設計及び耐震安全評価のプロセス（提案） 	・WG2 での議論の紹介であり、現時点で原則への反映は不要。	—
	1-15 ここです決定論的安全評価とはどのようなものか。決定論的に考えれば、基準地震動以下であれば安全設備は全て健全に維持されプラントの安全性も確保。一方、基準地震動を超えれば、全ての安全設備には設計上期待できず、プラントの安全性は保障できない。	・安全性の確認のためにストレステストを持つてくるのは違和感。判断基準がない。 ・決定論的安全評価は添付十のイメージがある。ストレステスト的な意味も含むのであれば、違う言葉を定義するべきでは。「包括的な」は安全評価にかかる。ただ単に添十と PRA をやればよいというものではない。「決定論的な又は確率論的なアプローチ」という書き方もある。 ・安全評価の目的が要る。 ・2 段落目の継続的安全性向上の趣旨は、2 責務に回してはどうか。 ・「安全評価」「安全」という言葉は使うのか再考のうえ定義したほうがよい。妥当かどうかの「安全評価」をするのは 3.11 以前のようなニュアンスを感じる。色々な施策が妥当であるか、マネジメントシステムで回すことが分かるようにすべき。	
4. 原子力施設と活動の正当性の説明 (性能最適化の考え方) 原子力発電所の発電・送電機能に支障がないことを求める地震動レベル、原子力発電所の自動緊急停止（スクラム）を行い修復なしに短期間に運転に復帰できることを求める地震動レベル等様々な地震動レベルを定	1-16 この原則は「地震安全」が目的であることから、リスクを最小とする活動について必要な要件を記載すべきであるが、利益を最大にする活動について、要件として記載するのは目的を外れているのではないか。「地震後の再稼働」についても同じ。	・アクセプタビリティを考えるとときにはリスクに対するものが必要であるため、言及しておいた方がよい。また安全目標の前提としても書いておいた方がよい。最適最大ではなく、受け入れられる程度にした方がよいという趣旨。 ・主語がないのでわかりにくい。	・ISO2394 を参考にしながら、まずは使用性に関するところを追記する。前半の安全性は生きにしておいて、2 番目は、「プラントの耐震性能に関し、」を加える。

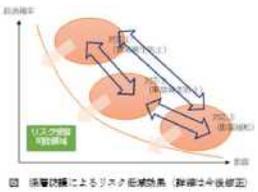
地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
<p>め、その機能を確認することを耐震設計評価として行うことも有効である。その場合、原子力発電所の継続運転等の経済性等、社会の便益を最適化するように設定されるべきである。</p> <p>備考：地震後の再稼働に関する準備も含まれる。</p> <p>(図の説明) 追画</p>  <p>図 深層防護を含めた個々の設備機器の性能の最適化のための構成要素</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・安全性を追加しているが、定義が分かりづらいので、必要ないのでは。なにも壊れないといっているわけではないので、発電機能だけでよいのではないかと。 ・安全に必要なものはきちっと入れるべき。実務と対応していないのは、発電・送電機能に支障がない、は設定のニーズはない。Ssに相当するような地震動レベルを入れてはどうか。 ・スクラムを強調しているのであれば、安全性は入れなくてもよいのでは。 ・地震動レベルには3つあるということだと思う。エネルギーレビューの記事では、3つの性能水準があると書いている。使用性の水準を指していると理解する。つまり、周りが壊れている時に、原子力発電所が死んでいいのかという議論。 ・一般構造物では修復性という概念も入っている。 	<p>対応方針</p>
1-17	「耐震設計評価」と「地震安全評価」を区別すべき。	<ul style="list-style-type: none"> ・全体の流れを見た上で、文章のすみわけをする。 	
1-18-1	「最適化」が必ずしも必要とは限らず、経済性や社会の便益を考慮して設定される、あるいはこれらと比較して許容できるレベルに設定されるといったものであり、「最適化」の文言は限定的すぎる。タイトルも「性能の最適化」ではなく「許容可能な性能の考え方」等とすべきと考える。		
1-19	“最適化”は書きすぎのように思います。		
1-20	送電機能は敷地外の送変電施設のウェイトが高いのでは。 【修正案】 <u>(性能最適化の考え方)</u> 原子力発電所の安全性や発電・送電機能に支障がないことを求める地震動レベル、原子力発電所の自動緊急停止（スクラム）を行い修復なしに短期間に運転に復帰できることを求める地震動レベル等様々な地震動レベルを定め、その機能を確認することを耐震設計・評価として行うことも有効である。その場合、原子力発電所の継続運転等の経済性等、社会の便益を最適化するようにも考慮して設定されるべきである。	<ul style="list-style-type: none"> ・No.16と同様 	<ul style="list-style-type: none"> ・No.16と同様
2-2	地震動レベルだけの整理にすると、この図のようにSA施設が弱いような図式になりますので、SA時の対応（多様性の確保等によるリスクの低減）を整理に加えた整理（以前にWG2でまとめられ、幹事会に提示されたペーパーの整理など）を加えるとよいと思います		

地震安全基本原則案 コメント対応表

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
<p>5. 事故の発生防止と影響緩和</p> <p>【深層防護】</p> <p>（深層防護）</p> <p>地震による原子力発電所事故による人と環境への影響に関するリスクについて、合理的に達成可能な限り最小化することは、異常の発生防止、異常の拡大による事故の発生防止、事故やシビアアクシデントが発生した場合のサイト内外における影響緩和の組み合わせ（深層防護）により実現される。</p> <p>備考 1: 様々な規模の地震に対する深層防護は、耐震設計により実現される。尚、耐震設計は、想定する地震に対する安全性の確認と想定を超える地震に対する対応策の準備からなる。</p> <p>備考 2: 深層防護はシビアアクシデントを含めた事故のリスクを低減するための一般的な戦略である。しかし、従来、その実装は機器のランダムな故障（内的事象）による事故を中心に議論されてきた。地震に対する深層防護の実装には、それとは異なるアプローチが求められる。</p> <p>備考 3: 深層防護、特にシビアアクシデントを含めた事故の影響緩和が適切に機能することはクリフエッジ【要解説】を回避するための重要な戦略である。</p>	<p>要件 7 の深層防護では「深層防護のレベルは実行可能な限り独立でなければならない」としているが、地震動において低頻度で影響が重大な事象には機器・構造物の同時損傷により複数の深層防護レベルが同時に破られるものが出てくるのは避けられない。予め見通しを付けた上で深層防護に関わる基本原則を検討する必要があるのではないか？（関連項目：原子力安全の基本的考え方について 第 I 編 別冊 深層防護の考え方 3.2.4 及び 3.2.5）</p> <p>【補足（2/22）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 基本原則では、深層防護堅持を主張する必要がある。基本原則では、以下の例外規定を設けることはできない。 しかし、外的事象では深層防護ができない事象や範囲がある。それは下位のガイドライン等で記載することになるうと考えるが、その見通しを得ておく必要がある。 DiD を守れない事象の例としては PWR の SG 伝熱管複数本破断があり、現状では緩和手段がない。範囲の例としては、Ss を大きく超える地震動加速度がある。これも緩和手段がなく、DiD を堅持できない。従って、例外規定を設けないと基本原則を守れない。 これまでの、発生頻度、リスクを判断基準にしていたが、定量的基準を明確にはしていない。恐らく安全目標にも言及しなければならないのではないかと。学会として、定量的基準設定の必要性を打ち出すのか？誰に（学会、事業者、規制局？） 規制委員会の更田委員は、対外的に、外的事象の確率論的評価は不確かさが非常に大きい、と言っているが、それに対して、確率論的評価の結果を判断基準として使えと言えだけの論拠が示せるのか？ 以上に対して、ある程度見通しを立てていないと、発電所の安全評価方法や判断基準が確立していないから安全性の確認ができない、と、本委員会報告書が使われかねない。 	<p>追って議論</p>	
	<p>地震の場合における深層防護のレベルは、どのように設定すべきか？（WG2）</p> <ul style="list-style-type: none"> *現設計における考え方（耐震設計、地震 PRA）と整合したレベル間の境界の設定 *レベル間のインタラクション（隣接するレベルだけでなく、例えばレベル 5－レベル 3、レベル 4－レベル 1・2 間の相互作用） <p>→建屋、格納容器、原子炉容器等、大型の構築物はレベル間のインタラクションをもたらすが、各々のフラジリティ及び損傷の仕方によって、考慮すべきインタラクションは選定してもよいのではないか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 指摘のとおり。 事故、シビアアクシデントの言葉は整理が必要かもしれない。 地震が起こった場合の想定事故は設定していない。そういう意味では、一つくりにしてもよいかもしれない。 	<ul style="list-style-type: none"> 本文は、基幹原則に相当する大きな書き方とする。基幹原則は他のものにも対応する話だと書く。ヘッドのような形で統一して書くイメージ。 本指摘は、備考に記載する。
	<p>「異常の発生防止、異常の拡大による事故の発生防止、事故やシビアアクシデント」は、並列している文言の属性が異なるため、「異常の発生、異常の拡大による事故の発生、シビアアクシデントの発生」のような表現が良いのでは。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ここではまずは深層防護を戦略として考えようということ。それしかない。 マネジメントは広い意味だと思う。言葉としては、明確に書いた方がよい。 建築では「耐震計画」という単語が使われる。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な語句にして、本文に残すか、備考に移動するかを考える。
	<p>「サイト内外における影響緩和の組み合わせ（深層防護）により実現される。」は、深層防護で実装される様々な影響緩和機能が有効に機能するためには、地震によって実際にプラントがどのような状態にあるか、を把握するための手段が必須であり、そのような記載も必要と考える。</p>		<ul style="list-style-type: none"> 備考に記載する。

地震安全基本原則案 コメント対応表

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針	
	1-24	備考1にある深層防護は「耐震設計」だけではなく、全ての「地震安全のマネジメント」活動により実施されるのではないか？	・追って議論	・コメント者に趣旨を確認する。
	1-25	備考2：深層防護は、ランダム故障に対しては、事象の進展に伴い多重の防護策があるという意味合いが強いが、地震に対しては、様々な規模の地震が引き起こす様々なプラントの状態に対して対応できるような防護策が実装されるべき、ということではないか。	・逆説的に書くよりも、注意して考えた方がよいという書き方の方がよい。	
	1-26	備考2にある「異なるアプローチ」については、十分に議論が必要である。		
	1-27	備考2の「それとは異なるアプローチ」を要件等で明確化する必要がある。地震起因の事故の場合、レベル4として、格納容器だけでなくSA設備も含めた多様な設備が全損しない状況を、確率論的に評価することがWG2で検討されている。地震起因の場合、格納系としてSA設備を含めるか、格納系を代替するSA設備を要件54に記載する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> 異なるアプローチは今回の論点。今の安全対策はほぼ津波を対象としたもの。地震に対してどうすべきかが論点となる。 大規模地震に対しては、距離が離れた場所からの支援が中心となる。 SA設備も格納容器系といってしまうとよいのでは。放射性物質を外に出さないことを目的とした場合には同じ。その場合、分散や隔離などの対策が使える。 	
	1-28	格納容器もSA設備の一つと考え、かつ「許容限界未満」を謳うなら、「漏えいを管理」だけではなく「評価」（小さい破損部位からの漏えい等）も「要件」で要求する必要があると思われる。	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器は、SA設備ではなく本来護られる設備であるが、SA設備を内包しているだけに、Ssに持つように作られている。格納容器をどのようにSA設備と位置づけて、どのような機能を持たせるのか、が重要。 	
	1-29	SA設備での放射性物質拡散防止の場合、必ずしも要件56の密閉が必要とはならないので、記載に工夫が必要。		・解説に記載することを検討する。
	2-3	右欄の赤字修正案：「耐震設計」の定義だともいますが、深層防護の対応手段には避難計画等含む管理の範囲に含むと思しますので、その旨の表現としては、というものです。	<ul style="list-style-type: none"> 地震による原子力発電所事故による人と環境への影響に関するリスクについて、許容可能なレベルに抑え、かつ合理的に達成可能な限り最小化することは、異常の発生防止、異常の拡大による事故の発生防止、事故やシビアアクシデントが発生した場合のサイト内外における影響緩和の組み合わせ（深層防護）により実現される。 備考1：様々な規模の地震に対する深層防護は、耐震設計、設備の運用、サイト内外における事故対応等により実現される。尚、耐震設計は、想定する地震に対する安全性の確認と想定を超える地震に対する対応策の準備からなる。	
2-4	備考1：・・・地震に対する対応策の準備からなる。 → 深層防護における“耐震設計”の定義が必要。多重性、多様性などの対応策も含めて“耐震設計”と定義するのか？(WG2)			
（統合的リスク情報） 深層防護が地震に対して適切に実装されているかどうかは、確率論的リスク評価をはじめとする各種評価に基づく、統合的リスク情報に基づき判断される。 備考：確率論的リスク評価は、深層防護の有効性を判断するための有効な手法ではある。しかし、確率論的リスク評価の評価範囲の限界について十分留意し、何らかの補完的方法の結果と統合して判断することが必要である。補完的方法としては、決定論的評価や国内外の良好事例など（要検討）が考えられる。	1-30	（統合的リスク情報）のところの、「各種情報」とは、「耐震安全評価」のことではないか？	<ul style="list-style-type: none"> 地震側の情報が変わった場合にも変えないといけないので、評価だけではないのでは。 ここでは「統合的」が一番重要である。この文章では、コンプリヘンシブなのか、インテグレイティドなのか見えない。「リスクを評価することにより統合的なリスク情報を得て判断する」ぐらいの記載がよいのでは。色々な評価が深層防護の判断にどのように供するのか。 統合は深層防護の観点からも見てみるべき。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力学会の技術レポートや資料を参考に追記を検討する。
	1-31	各種評価としてどのようなものがあるのでしょうか？耐震裕度評価？		

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
			
<p>【設計の目的】 (耐震設計の目的) 原子力発電所の耐震設計の目的は、以下の二点の要求を実現するように、その性能を最適化することにある。</p> <ul style="list-style-type: none"> 地震により原子力発電所で発生するシビアアクシデントが人と環境への影響に関するリスクについて、合理的に達成可能な限り最小化する 地震が発生しても原子力発電所の運転が継続できる等、社会の便益を最大化（リスクを最小化）する <p>備考 1: 人と環境への影響に関するリスクは、国の安全規制対象となる。一方、運転の継続については、国や地域のエネルギー供給、事業者経営等の最適化の観点から議論されるものであり、国の安全規制とは別の枠組みで扱われることが一般的で、原子力発電所とその活動の正当性と関連する。</p> <p>備考 2: 原子力発電所の全生涯において、上記目的を達成するためには、構築物・系統・機器の耐震設計に併せて、その保守や運用に関する適切な計画が必要である。</p>	<p>1-32</p> <p>社会の便益を最大化することと、リスクを最小化することは別。運転継続については触れる必要性はないのではないか。あくまで、活動の正当化としての意味はあるが、安全確保とはつながらない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 今回の地震安全原則の検討では、社会性、使用性にも目を向けるべき。但し、安全原則という大きな目的がある中で社会的便益をどこまで記載するかは難しく、原則における触れ方については慎重に議論すべき。原子力基本法の精神を踏まえつつ、安全性と社会性が互いに対峙するものではないことが分かるように、丁寧に記載すべき。 <ul style="list-style-type: none"> 同一に並べるのでは工夫が必要では。便益という尺度も入るとは思うが、別の指標で考えた方がよいのでは。 社会性を考えるから安全性が犠牲になってもよいというのはまずい。安全確保しつつも、社会性をどう扱うかは考えてもよい。建築分野ではきちんと入れるべきという話がある。緑の通常から異常な過渡に移るあたりが、運転継続の観点からは該当箇所になると思われる。本来安全目標を考える際には、社会的便益を踏まえて決める、それを踏まえて原則を決めることになる。そういう形で反映することになるのでは。 関係性はセンシティブな話。どちらに重きを置いているわけではないという書き方とすべき。 備考 1 が違和感ある。一部解説に廻るかもしれない。 前書きにかくか、章立てするか。社会性を出すのであれば、原子力基本法の形で出すべき。安全原則から外れるのではないか、という懸念に対しては気をつけて書けば達成できるように感じる。 安全に対しては妥協してはいけないものの、基本法の方針の精神を記載すべき。引っ張り合うようなものではないことを書く。 安全性がここまでであると言え、あとは便益を最大に求めればよい。原子力を推進するにしても、安全が確保されるという前提があった上でなされるべき。 安全という尺度をどこまで見るかが問題。 	<ul style="list-style-type: none"> どの当たりのレベルに持ってくるかを踏まえて修正案を検討する。
	<p>1-33</p> <p>必ずしも「最適化」されるとは限らず、要求を満足するように性能を決定していればよい。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 設計は必ずしも最適にはならないので、言葉が不適切。「決定する」などがよい。 リスクを最小化とは何なのか。 合理的に達成可能な限りという ALARP の観点だと思う。 	<ul style="list-style-type: none"> 以下のとおり修正する。原子力発電所の耐震設計の目的は、以下の要求を実現するように、その性能を決定することにある。
	<p>1-34</p> <p>耐震“設計“という言葉を使う限り、地震による過酷事故発生防止が目的だと思います。4.の記述と整合を図る意味でも。 【修正案】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 最適設計といっても何を以て最適かという問題がある。特に原子力の場合は顕著。 	<ul style="list-style-type: none"> P6「(耐震設計の目的)」というタイトルであるが、書かれている内容はもっと上位の概念であり、ポジショニングを幹事会、企画Gで再確認する。

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針	
	<ul style="list-style-type: none"> ・地震により原子力発電所で発生するシビアアクシデントが発生しないように(リスクを最小化)人と環境への影響に関するリスクについて、合理的に達成可能な限り最小化する 			
	1-35	<p>「最適化」が必ずしも必要とは限らず、経済性や社会の便益を考慮して設定される、あるいはこれらと比較して許容できるレベルに設定されるといったものであり、「最適化」の文言は限定的すぎる。</p>		
	1-36	<p>「全生涯」の範囲を明記したほうが良いと思います。SSR-2/1の2.3では、「計画立案、立地、設計、製造、建設、試運転及び運転、さらに廃止措置を含む、原子力発電所の存続期間中の全ての段階 (for all stages in the lifetime of a nuclear power plant)」というようなことが書かれています。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・全てのステージで、内包する放射性物質の状態に応じて地震安全が必要という趣旨は書けばよい。廃止措置も睨んだ耐震設計はやっていない。 ・備考2は対象のところに含める話である。 ・全生涯の話は、地震安全の対象に入れる。 ・廃止措置も睨んでどこまで設計時に考えるかは、原則に落とし込むときには議論がある。 	
	2-5	<p>許容可能なレベルをクリアすることは必須であり、それを達成した上で、更に低減努力が必要という建付けだと思います。下記の赤字が修正案です。(WG2) 原子力発電所の耐震設計の目的は、以下の二点の要求を実現するように、その性能を最適化することにある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震により原子力発電所で発生するシビアアクシデントが人と環境への影響に関するリスクについて、<u>許容可能なレベルに抑えるとともに</u>、合理的に達成可能な限り最小化する 	<ul style="list-style-type: none"> ・以下のとおり修正するのがよいのではないか。地震により原子力発電所で発生するシビアアクシデントが人と環境への影響に関するリスクについて、許容可能なレベル以下にする。<u>加えて、合理的に達成可能な範囲で更にリスクを低減する。</u> 	
	2-6	<p>…合理的に達成可能な限り最小化 → 備考等で具体的な目標値を記載したほうがよい(WG2)</p>		
<p>【想定起回事象】 (地震安全の対象とする地震随件事象) 原子力発電所サイトに対する地震安全は、地震(本震・余震)による地盤の揺れの効果と、津波、斜面崩壊、断層変位、火災、溢水(浸水)等、地震に随伴する全ての事象のいくつかの効果が重畳(同時発生/事後発生)する可能性があることを前提とする。 備考1: 地震による地盤の揺れとその他全ての随件事象に対して、事故の発生防止、事故の影響緩和に係る工学的手段を準備しておくことは原子力安全を実現する上で重要である。 備考2: 対象サイトにおいて、地震による地盤の揺れやその他随件事象が物理的に発生し得ない、あるいはその発生確率が極めて小さいことが確認できる場合には、事故の発生防止、影響緩和策を検討しないことも可能である。 備考3: 原子力発電所の立地の適否を判断する場合には、対象サイトにおいて将来発生しうる地震の地盤の揺れやその他随件事象が工学的に対処でき、事故の発生する確率を十分小さくできることを確認しなければならない。また、このことは、それらの誘因事象による事故の影響緩和策が不要であることを示すわけではない点にも十分留意が必要である。 継続的安全性向上(原則7)はどのように?</p>	1-37	<p>学会における技術要件では、要件17において、「ハザードの評価は、低頻度を理由に対象から除外することなく、その影響の重大さも考慮しなければならない。」とあり、これを原則でどう位置づけるか? →たとえば、IAEAのSSG-3(p.62)では”Hazards of very low frequency but with potentially severe consequences in terms of releases of radioactive material should be considered for the purposes of a Level 2 PSA.”という記述がある。「低頻度であっても重大な影響を及ぼす可能性のある事象については考慮すべきである」ということでしょうか。 →低頻度を考慮するのも、程度次第であり、頻度で画一的に足切りをすべきではないことの注意喚起と受け止めるべきではないか。クリフエッジの考慮やDECの考慮により対応していくことが妥当と考えられる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・備考2にSSG3の趣旨を但し書きで追記する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左
1-38	<p>外部ハザード自体は“想定起回事象”には含まれないのでは。IAEA Safety Glossaryでも自然事象はPIEの主たる原因のひとつとしてあげられています。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・“想定起回事象”という言葉自体がいない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・削除する。 	
1-39	<p>“効果”だと“好ましい影響”といった響きがあります。 → “影響”</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・拝承。影響を使う。全文を受けた形で形容詞を使うのは許容するが、基本的には影響を用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	
1-40	<p>地震起因の溢水、火災(内部ハザード)と地震随件事象(外部ハザード)と分けて書いたほうが良くありませんか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプが壊れる場合なんかは従属事象という。随件事象とは言わない。 ・因果関係と同時性、独立性。随件事象は同時に起こる外部事象。従属なのか重畳なのか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・学会標準を参考に整理して変更する。 	
1-41	<p>起回事象(随件事象を含む)としての地震と、内的事象等別の要因でプラントが事故状態となっているような場合</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの議論と同じ趣旨でよい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	

地震安全基本原則案 コメント対応表

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
	に重畳される地震との区別ができるようにすべきと考える。		
1-42	備考 1：揺れ以外の事象が随伴事象なので“その他”は不要では。	・ 拝承。	・ 同左
1-43	備考 2：“地震の揺れ” およびその影響を検討しないということは国内ではあり得ないのでは。 【修正案】 ・ 地震による地盤の揺れやその他随伴事象が物理的に発生し得ない、・	・ 拝承	・ 同左
1-44	備考 2：検討しないのではなく、検討したうえで必要ないと判断するもの。	・ 拝承。重大な影響のあるものを追記する。	・ 同左
1-45	備考 2 と要件 17 の記載に関連するが、地震起因の炉心損傷の発生頻度が十分低い場合、影響緩和策不要としてよいのか？ 現実的なリスクは低いが、深層防護とはならない可能性があると思われる。	・ スクリーニングの方法（考え方）を書いておくだけでいいのでは。補足、解説のイメージ。	・ 左記の趣旨で修正する。
1-46	地震随伴事象及びその組合せへの対応として、新規制基準対応プラントではどこまでできているのか？（WG2）	・ 現状を調べるという項目なので、対応案の検討は必要ない。 ・ 津波、斜面崩壊はやっている。断層変位は施設直下にあったらダメなのでやっていない。地震随伴の噴火などはみていない。火山自体はやっている。地震起因の溢水、火災もやっている。	
2-7	地震（前震・本震・余震） → 熊本地震を考慮して前震を追記(WG2)	・ 耐震設計ではある活断層のサイトに対して最大の影響を生むという観点で地震を本震としており、前震かどうかは関係ない。余震、前震が繰り返されるのは、何らかの検討は必要。Ss の最大荷重に相当する等価繰り返し回数を算出し見ており、実務上では考慮できるようになっている。 ・ WG3 とも相談すべき。理学的にどう呼ぶかの話はある。 ・ 「複数回の地震」などの捉え方がよいのでは。	
2-8	考慮すべきハザードについて述べているので、地震の想定についてもここでまとめたほうがよくないか。 ・ 敷地において将来発生する可能性が否定できない最大級のゆれを想定すること（後述の「地震の想定と安全性の確認」より） ・ 地震により発生するおそれのある随伴事象を漏れなく想定することをまとめて述べたほうが分かりやすいと思います。 また、その想定に対して事故の発生防止／影響緩和の両方の手当てを行うことは、後段の深層防護の考え方とところでまとめて述べてはどうでしょうか(WG2)	・ 順番に気をつけるべき。随伴事象の前に地震自体を設定すべき。	・ 左記の趣旨で順番、文章を修正する。
2-9	・・・事故の発生する確率を「十分小さく」できる・・・ → 備考等で具体的な目標値を記載したほうがよい(WG2)	・ 原則には書かない。目標値を決める考え方は解説などで記載してもよい。	・ 同左
3-1	この原則の“地震安全”の定義とも関わることで、左欄の「地震安全の対象とする地震随伴事象」まで含めてが“地震安全”の対象であると考えてるので、左欄のことはこの原則全体の最初の方に記載した方がよいと思います。	・ 順番を考える。 ・ 重畳をどう扱うかは後でもよい。	・ 同左
3-2	「備考 2：対象サイトにおいて、地震による地盤の揺れやその他随伴事象が物理的に発生し得ない、あるいはその発生確率が極めて小さいことが確認できる場合には」：「地震による地盤の揺れが物理的に発生しえない」という文章は	・ スクリーニングの考え方を書けばこの記載は不要。	・ 修正案を検討する。

地震安全基本原則案 コメント対応表

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
	「随伴事象に対して物理的に発生しえない」とするなど要検討		
<p>(地震の想定と安全性の確認) 原子力発電所は、一般構造物と比較して、事故が発生した際の放射性物質が人と環境へ与える影響、社会便益の喪失（ここに社会便益の喪失を含めるべきかどうかは要検討）などの社会的な影響が大きい。そのため、敷地において将来発生する可能性が否定できない最大級の揺れを想定し、その揺れに対して、その安全上重要な機能を確実に確保しなければならない。</p> <p>備考 1：敷地において将来発生する可能性が否定できない最大級の揺れは、決定論的アプローチ、確率論的アプローチなど様々な検討を統合して合理的に決定されなければならない。合理的な決定にあたっては、安全目標やその補助的目標である性能目標も参照される。</p> <p>備考 2：耐震設計においては、通常運転状態、異常状態、事故状態など様々なプラント状態下での地震の発生を前提とする。</p>	1-47 決定論と確定論の関連付けはできるが、“統合”という言葉は使わなくても良いかもしれません。無理に一本化するようなイメージがあるので。 【修正案】 ・決定論的アプローチ、確率論的アプローチなど様々な検討に基づき統合して合理的に決定・	・修正案は拝承。統合的に判断（=integrated）の趣旨は補足として入れてもよいかもしいない。	・同左
	1-48 社会的便益の喪失については、本原則の目的に照らして言及する必要はないものとする。	・社会便益の話は外すこととする。	・同左
	1-49 「可能性が否定できない」は抽象的であり、確率0でないというだけならどんな大きな地震も想定できる。それに対し、機能確保は困難である。 また、備考1のように確率等を導入して決定する場合、それを超える地震は想定しなくてもよいことになるが、それを目指しているのか	・3-3と同じ。	
	1-50 決定論的ハザード評価と確率論的ハザード評価の統合はどのように行うのか？（WG3）	・そもそも趣旨がちがう。	
	1-51 SA状態からの地震発生も考慮しなければならないのか。SAではプラント内部が壊れた状態であり、耐震時の安全性を設計上保障することは不可能。SA後の地震安全は、SA後のプラント状態から適切な対策を講じることにならないのか。	<ul style="list-style-type: none"> ・荷重の組合せで事故時荷重を入れている。SA有効性評価で出てくる圧力・温度を設計に入れている。格納容器の場合は炉心溶融後の圧力・温度を入れている。 ・備考2は安全性能確認の方策の一つである。荷重の組合せ。 ・原則レベルでは安全性の確認の範囲として記載する。荷重の組合せは補足や解説等で一例として記載するかどうか中身次第で相談する。 	
	2-10 備考1：性能目標を参照する。も参照される。 → WG2の議論では、安全目標や性能目標をもとに評価することが重要、との認識であるため、参照することを明確にした方がよい。そうでなければ、青天井の地震動が要求されることになる。（WG2）	<ul style="list-style-type: none"> ・強く言っておきたいという趣旨。 ・参照するという行為を一步進んだ行為にしなければ、現状の規制と同じである。決定論的に軸足を置いているように読める。頻度論に軸足を置くよう、書き込んでいくべき。 ・備考1の最後の文章は入らないのでは。性能目標を入れると規制から要求され、かえって青天井になる可能性がある。一方で、書くことで頻度論で切ることができるという考えもできる。 ・原則としては一文なしでよい。確率論的アプローチの一部でしかないため、合理的の趣旨の説明において、解説などで記載されるべきである。どうやって合理的に決めることが重要。青天井にならないよう、目標値ではなく、考え方の部分で記載されるべき。 ・細則を作るかどうかは、まず文章を書いた上で、整理する。 	
	3-3 確率論的地震動ハザード評価も踏まえるという立場では「敷地において将来発生する可能性が否定できない最大級の揺れ」のような、非論理的な用語を使わない方がよいのでは？あくまでも「設計上想定する地震動」ではないか？	<ul style="list-style-type: none"> ・地震動が小さくてもフラジリティが大きければリスクが大きくなる。設計用地震動をWG3としてどう決めるのか。不確実性を見た上で少なくともこれくらいという地震動を設定するのか。フラジリティも最初から踏まえて設定するわけではない。 ・既存のプラントのフラジリティの実力を踏まえた上で検討するのが建設的。 	
	3-4 確率論、決定論であれ最大級の揺れとあるが、最大級の定義は？	・許容されるリスクを抑えるための地震動はどんなものか、が重要。	

地震安全基本原則案 コメント対応表

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
	<p>NRC は新設炉に対して HCLPF の 1.67 倍の地震動レベルを要求しているが、具体的な数字はともかくもリスクを最小限にするために設定された地震動レベルであるとの位置づけがいいのではないか。以下にある、「設計の想定を超える地震に対する原子力発電所の挙動を検討し、」とも矛盾があるような。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・最大級を定義すること自体がポイント。 	
	<p>3-5 「将来発生する可能性が否定できない」や「最大級」という用語を使わないように考えたいですね。また、「人と環境を守る」という目的を達成するためには、ハザード評価とそれを受けてのプラントシステムトータルでの評価のセットなので、ハザード側での「想定」の要求の書きぶりはこの原則の肝かも知れません。以上、まだ感想程度で代案があるわけではないですが、議論してまいりたいと思います。また、「WG3 原則」で何回か議論した“安定した基準地震動”（ちょっとやさそつでは変わらない基準地震動）のことは、書くとなればここに書くのでしょね。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性の確認はマネジメントにいれてもよいかもしれない。新知見を合理的に適用する、プラントシステムトータルで考える、というポイントがある。 ・結局同じではないか。止めずに猶予期間を設けるなどできないか。 ・原則としてはトータルとしてリスクがあがらないことを見る。 ・ちょこつと超えただけでは問題ないことを示す必要がある。その示し方。トータルがポイント。具体的なやり方があると、この一文が生きる。 ・具体的なやり方を特定した上で、文言を考える方がよい。 	
	<p>3-6 地震という自然現象は不確かさが大きく、また、今後とも様々な知見が得られていくので（新たな知見の内容に応じて、不確かさが小さくなる項目と、大きくなる項目があり得る）、例えば「備考」として、「地震という自然現象は不確かさが大きく、今後とも様々な知見が得られていくので、新たな知見が原子力発電所に与える影響について、プラントシステムトータルでの地震安全の観点から確認していくことが必要である。」のような記載を追記してはどうでしょうか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・総合的に見ることを検討した上でしかるべき場所に入れることとする。 	<p>・同左</p>
<p>【プラント状態】 （対象とする原子力発電所の状態・原子炉の状態） 地震の作用に、原子力発電所の構築物・系統および機器の(ランダム)故障の顕在化、人的過誤の発生の可能性を重ねて評価する。また、事故時を含め様々な原子炉の状態の可能性を重ねて評価する。</p>	<p>1-52 随件事象との組み合わせもあり得るが、そこまで記載するか、</p>		
<p>【プラント設計】 （設計基準） 安全上重要な設備の設計基準（設計基礎）は、関連する運転状態、事故条件及び内部・外部ハザードから生じる条件に関して、必要な能力、信頼性及び機能性が、原子力発電プラントの寿命期間にわたって、具体的な許容基準を満足するように規定しなければならない。 設計において考慮すべき一連の事故条件は、原子力発電プラントが放射線防護に関する許容限界を超えることなく耐える境界条件を確立する目的のために、想定起因事象から導かれなければならない。</p>	<p>3-7 「設計の想定を超える地震に対して、その規模の増加に対して急激に機能が低下することがないように設計しなければならない。」→要求事項が論理的ではないのではないか？個々の構造物単位で見れば、RC 構造物のせん断耐力等、どこかの段階では急激な機能低下が発生することは避けられないのではないか？事実、次頁の（設計基準を超える事象における個々の設備機器の性能）の記述と矛盾</p>		
<p>（個々の構造物・系統・機器の性能） 個々の構造物・系統・機器は、設計の想定を超える地震に対して、その規模の増加に対して急激に機能が低下することがないように設計しなければならない。</p>	<p>1-53 SSR-2/1 要件 17 には“5.21. プラントの設計では、サイトのハザード評価から引き出された設計で考慮する外的ハザードのレベルから安全上重要な機器等を防護し、かつ、クリフエッジ効果を回避するために適切な裕度を規定しなければならない。”との記述があります。 【修正案】 その規模の増加に対して急激に機能が低下することがな</p>		

地震安全基本原則案 コメント対応表

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
	<p>いように適切な安全裕度を考慮して設計しなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・この要求の意図するところは何か。設計想定地震動を超えるるとすぐに壊れる機器があったとしても、地震PRA上非常に確率が低ければ問題ないのではないか。 		
	<p>2-11 (個々の構造物・系統・機器の性能) → この原則は具体的な設計イメージが分かりませんでした。たとえば機器の動的機能維持などはどこかで On-Off 的に機能を喪失しますので、実際の対応が無理になるのではないかと危惧します。(WG2)</p>		
	<p>2-12 個々の構造物・系統・機器は、設計の想定を超える・・・ → 備考等で具体的な目標値を記載したほうがよい(WG2)</p>		
<p>(設計基準を超える事態への対応策) 設計の想定を超える地震に対する原子力発電所の挙動を検討し、残存リスクを合理的に達成可能な限り低減させなければならない。</p>	<p>1-54 ここで言うリスクは炉心損傷 or 放射性物質の放出のどちらを念頭においているのでしょうか？放射性物質の放出も含めるとこの下の(設計基準を超える事態への対処/設計拡張状態)との記述と重複しませんか？</p>		
<p>(設計基準を超える事態への対処/設計拡張状態) 地震に対して、原子力発電所からの放射性物質の早期あるいは大量の放出を防ぐような工学的な対処を行わなければならない。原子力発電所の個々の構造物・系統・機器の性能は、そのために最適化される。 備考：新設の原子力発電所においては、当初設計においてこのような考え方を採り、地震後の放射性物質の早期大量放出を実質的に排除するように損傷を制御するような耐震設計を行うことが望ましい。既設の発電所においては、常設設備、可搬型設備やアクシデントマネジメントを含む人の対応を組み合わせることにより、可能な範囲で同等な性能を実現する。</p>	<p>1-55 「最適化」は必ずしもされない。設計基準を超える地震に対しては「要求」も明確ではないはずなので、余裕を評価することができるのみと考えられる。</p>		
	<p>1-56 新設と既設で考え方が大きく異なることはなく、設計用の地震動に対して要求を満足するように設計されるのは同じ。方法が複数考えられるというだけ。</p>		
	<p>2-13 この項は前項(設計基準を超える事態への対応策)、次項((設計基準を超える事態における個々の設備機器の性能)と統合し、全体のリスクを低減させる活動で対処するという趣旨を明確にすべきと思います。想定を超える地震に対して決定論的に確実に担保をとれる手段を準備することを求めると、どこまでの地震に対してそれを求めるかを定める必要があり、結局は決められない事態になりますので、この原則での考え方としてその点は明確に示したいと考えます。(WG2)</p>		
	<p>2-14 耐震設計の基本方針は、新設、既設の区別をつけるべきではない(WG2) 【修正案】 新設の原子力発電所においては、当初設計においてこのような考え方を採り、地震後の放射性物質の早期大量放出を実質的に排除するように損傷を制御するような耐震設計を行うことが望ましい。既設の発電所においては、常設設備、可搬型設備やアクシデントマネジメントを含む人の対応を組み合わせることにより、地震後の放射性物質の早期大量放出を実質的に排除するように損傷を制御するような耐震設計を行う。可能な範囲で同等な性能を実現する。</p>		

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
<p>(設計基準を超える事態における個々の設備機器の性能) 設計の想定を超える揺れに対する原子力発電所の性能は、個々の設備機器に完全な機能を要求することは現実的ではない。それらの集合（システム）の性能として議論されなければならない。これらの設備機器が地震という共通原因により同時に機能喪失することを防ぐには、その性能を、裕度、多様性、多重性、物理的分離および機能の独立（他にないか要検討）の観点から検討することが有効である。 備考：地震動に対する多様性は、例えば、位置的な分散、振動特性（固有周期等）の多様性により与えられる。物理的分離や機能的隔離により設備機器間の独立性を高めることはこれらの検討の前提として必要である。設備機器の裕度は、強度や延性（粘り）の付与により増加する。</p>	<p>1-57 操作を行う人間系に関する言及が必要と考える。特に第4のレベルは、プラント状態の把握、判断、操作等、関連する範囲が第3のレベルと比較して大きいはず。</p> <p>1-58 格納容器の要件にシステムとしての性能維持を表現する必要あり。</p> <p>1-59 地震動に対する多様性が実現できるか疑問（特に、振動特性の多様性）。地震動に対しては耐力の増加、応答低減策などがあるが、これらの導入により耐震性は向上するが、耐力を増加させた機器と増加させていない機器を併置したとしても多様性にはならないのでは。また、B,CクラスのSSCの損傷によるSクラス機器への2次的影響を避けるための多様性は考えられると思いますが、可搬設備の配置の多様性（地震随伴事象による構内のアクセス性）などが考えられるかもしれません。</p>		
<p>(耐震設計における等級別アプローチ) 構造物・系統・機器については、以上の観点から、段階的に重要度を設定し、重要度に応じた等級別耐震設計を行う。 備考：等級別耐震設計とは、設計で想定する地震の揺れの強さ、検証手法の詳細さ、妥当性確認のレベル等様々な観点で実装される。 備考：安全上重要な構造物・系統・機器の機能としては、異常の発生防止、異常の拡大防止、事故の影響緩和だけではなく、これらの機能を支えるサポート系、損傷することでこれらの構造物・系統・機器に影響を与えるものも含める。さらに、シビアアクシデントの進展の防止や結果の緩和に関わる構造物・系統・機器に対する重要度の考え方も検討する必要がある。</p>	<p>1-60 Bクラス設備破損に対するクライテリアはどのように設定すべきか？（敷地境界 5mSv?）(WG2)</p> <p>1-61 B,Cクラス機器、構築物の損傷によるAクラス機器への影響も考慮だと思います。</p>	<p>2-15 赤字修正案 (WG2)</p>	<p>備考：安全上重要な構造物・系統・機器の機能としては、異常の発生防止、異常の拡大防止、事故の影響緩和だけではなく、これらの機能を支えるサポート系、損傷することでこれらの構造物・系統・機器に影響を与えるものも含める。さらに、シビアアクシデントの進展の防止や結果の緩和に関わる構造物・系統・機器に対する重要度の考え方も同様に重要度を考慮した対処とする。検討する必要がある。</p>
<p>6.維持管理 (維持管理（保守）における地震リスクの考慮) 原子力発電所の維持管理（保守）は、継続的改善、継続的安全性向上を含めた地震安全に係る活動と整合したものでなければならない。（以上は素案。要検討）</p>			
<p>7.緊急時の準備と対応 (オフサイトの緊急時対応) 原子力発電所に起因する原子力災害に対するオフサイトの緊急時の準備と対応は、一般地震災害に対する準備と対応と連携した取り組みとしなければならない。また、原子力発電所における様々な取り組みが周辺地域の地震災害リスクの低減に寄与するものとなることが望ましい。（オフサイトの個別施設等に対する要求に</p>	<p>1-62 原子力発電所に対する外部からの支援についても、原子力リスクの低減につながると思うがどう取り扱っていくのか？</p>		

地震安全基本原則案 コメント対応表

資料 4-3-3

地震安全原則	コメント	議論内容	対応方針
ついては、必要に応じて追記)			

地震安全の基本原則（素案）への修正コメント

項目間の関連性や全体の流れを考慮して、記載順序を以下のとおり変更することを提案します。

1. 地震安全の目的
 2. 地震安全の対象
 3. 地震安全の対象とする地震随伴事象
 4. 対象とする原子力発電所の状態・原子炉の状態
 5. 地震安全を実現する手段
 6. 深層防護
 7. 耐震設計
 8. 耐震設計に用いる地震動
 9. 確率論的地震リスク評価
 10. 地震安全評価
 11. 設計基準を超える事象への対応策
 12. 性能最適化の考え方
 13. 耐震設計における等級別アプローチ
- (以下省略)

(地震安全の目的) 地震安全の目的は、地震による原子力発電所の構築物・系統・機器の機能喪失に起因する放射線の有害な影響から人と環境を防護することである。本原則は、地震時に原子力発電所から放射性物質が大規模に放出され、人と環境に有害な影響を与えるリスクを許容可能なレベルに低く抑える方法を示すものである。

・冒頭に地震安全の目的と本原則の位置付けを記載しました。

(地震安全の対象) 地震安全の検討は、原子力発電所の構築物・系統・機器の機能喪失とその結果影響を考慮する対象とする。シビアアクシデントを含む事故の結果評価影響には、原子力発電所における事故が周辺地域等サイト外に与える影響を含める。

備考 1: 原子力発電所の構築物・系統・設備には、使用済み燃料プール、使用済み燃料や廃棄物とその倉庫、シビアアクシデントに対処するための施設、サイト内道路等、原子力発電所の地震安全に関わる活動に直接・間接に関わりうるサイト内の全ての施設がその対象に含まれる。

備考 2: 実際の地震被害では、原子力発電所の地震被害と周辺地域の地震被害が相互に影響する。原子力発電所における事故対応や、オフサイトにおける緊急時対応の計画等の議論にあたっては、このような相互の影響があることを前提としなければならない。

・機能喪失の「結果」ではなく、「影響」が用語として適切と考えましたので、修正しました。

(地震安全の対象とする地震随伴事象) 原子力発電所サイトに対する地震安全は、地震(本震・余震)による地盤の揺れの効果と、津波、斜面崩壊、断層変位、火災、溢水(浸水)等、地震に随伴する全ての事象のいくつかの効果が重畳(同時発生/事後発生)する可能性があることを前提とする。

備考 1: 地震による地盤の揺れとその他全ての随伴事象に対して、事故の発生防止、事故の影響緩和に係る工学的手段を準備しておくことは原子力安全を実現する上で重要である。

備考 2: 対象サイトにおいて、地震による地盤の揺れやその他随伴事象が物理的に発生し得ない、あるいはその発生確率が極めて小さいことが確認できる場合には、事故の発生防止、影響緩和策を検討しないことも可能である。

備考 3: 原子力発電所の立地の適否を判断する場合には、対象サイトにおいて将来発生しうる地震の地盤の揺れやその他随伴事象が工学的に対処でき、事故の発生する確率を十分小さくできることを確認しなければならない。また、このことは、それらの誘因事象による事故の影響緩和策が不要であることを示すわけではない点にも十分留意が必要である。

(対象とする原子力発電所の状態・原子炉の状態) 地震の作用に、原子力発電所の構築物・系統および機器の(ランダム)故障の顕在化、人的過誤の発生の可能性を重ねて評価する。また、事故時を含め様々な原子炉の状態の可能性を重ねて評価する。

・用語を「構築物・系統・機器」で統一しました。

(地震安全を確保実現する手段) 地震に対する原子力安全は、事業者による高い品質の耐震設計、設計時の地震安全評価および確率論的地震リスク評価、建設、定期的な地震安全性評価および確率論的地震リスク評価、運転、維持管理(保守)、および廃止措置に加え、規制機関の効果的かつ合理的な審査、サイト内外における事故対応、緊急時対応、復旧等に関する準備、これらの活動を円滑にするための効果的な議論を含む利害関係者間のコミュニケーションにより実現する。

・地震安全を実現する手段として、「地震安全評価」と「確率論的地震リスク評価」を設計時および定期的に実施することを記載しました。「地震安全評価」は当社提案の安全評価を指し、「確率論的地震リスク評価」は地震PRAを指しています。

(耐震設計の目的) 原子力発電所の耐震設計とは、放射線による人と環境への影響の程度に応じて算定する地震力に対して構築物・系統・設備が十分に耐える構造とすることにより、構築物・系統・設備の地震時の信頼性を確保する行為をいう。その目的は、以下の二点の要求を実現するように、その性能構築物・系統・設備の地震時の性能を最適化することにある。

- ・ 地震により原子力発電所で発生するシビアアクシデントが人と環境への影響に関するリスクについて、許容可能なレベルに抑えけるとともに、合理的に達成可能な限り最小化する
- ・ 地震が発生しても原子力発電所の運転が継続できる等、社会の便益を最大化（リスクを最小化）する

備考 1：人と環境への影響に関するリスクは、国の安全規制対象となる。一方、運転の継続については、国や地域のエネルギー供給、事業者経営等の最適化の観点から議論されるものであり、国の安全規制とは別の枠組みで扱われることが一般的で、原子力発電所とその活動の正当性と関連する。

備考 2：原子力発電所の全生涯において、上記目的を達成するためには、構築物・系統・機器の耐震設計に併せて、その保守や運用に関する適切な計画が必要である。

備考 3：耐震設計においては、通常運転状態、異常状態、事故状態など様々なプラント状態下での地震の発生を前提とする。

- ・ 耐震設計とは何をやるものが明確にするため、「放射線による人と環境への影響の程度に応じて算定する地震力に対して構築物・系統・設備が十分に耐える構造とすることにより、構築物・系統・設備の地震時の信頼性を確保する行為」と定義を記載しました。
- ・ 備考 3 は、元々は「地震の想定と安全性の確認」に記載されていましたが、耐震設計において考慮するプラント状態についての記載のため、「耐震設計」の項目での記載が妥当と考えて、移動しました。

(深層防護) 地震による原子力発電所事故による人と環境への影響に関するリスクについて、合理的に達成可能な限り最小化することは、異常の発生防止、異常の拡大による事故の発生防止、事故やシビアアクシデントが発生した場合のサイト内外における影響緩和の組み合わせ（深層防護）により実現される。

備考 1：様々な規模の地震に対する深層防護は、地震安全評価により確認される。耐震設計により実現される。尚、耐震設計は、想定する地震に対する安全性の確認と想定を超える地震に対する対応策の準備からなる。

備考 2：深層防護はシビアアクシデントを含めた事故のリスクを低減するための一般的な戦略である。しかし、従来、その実装は機器のランダムな故障（内的事象）による事故を中心に議論されてきたが、外的事象である地震に対してもその重要性が認識された。地震に対する深層防護の実装には、それとは異なるアプローチが求められる。

備考：深層防護、特にシビアアクシデントを含めた事故の影響緩和が適切に機能することはクリフエッジ【要解説】を回避するための重要な戦略である。

- ・ 深層防護は耐震設計の前提となる基本的な考え方であるため、記載の位置を「耐震設計」の前に置くべきと考えます。
- ・ 備考 1 について、地震の規模の大きさと深層防護を対応させる考え方はリスクがある限り青天井に S_s を大きくしていくことにつながり問題があると考えています。地震安全評価は深層防護が有効であることの確認を行う行為と位置付けることとし、「地震安全評価により確認される」と修正しました。
- ・ 備考 2 について、先日のWG 2にて、深層防護の各レベル間の境界の判断基準は外的事象でも内的事象と同じであるという認識が共有されたことを踏まえて、記載を修正しました。
- ・ 3 つ目の備考について、地震による設備の破損をフラジリティ曲線で表現されるように確率的に捉えれば、一般的にはクリフエッジは存在しないため、記載を削除しました。

(統合的確率論的地震リスク評価情報) 深層防護が地震に対して適切に実装されていることをかざうかは、確率論的地震リスク評価により確認する。をはじめとする各種評価に基づく、統合的リスク情報に基づき判断される。

備考：確率論的地震リスク評価は、深層防護の有効性を判断するための有効な手法ではある。しかし、確率論的地震リスク評価の評価範囲の限界について十分留意し、何らかの補完的方法の結果と統合して判断することが必要である。補完的方法としては、決定論的地震安全評価や国内外の良好事例など（要検討）が考えられる。

- ・ 本項目は地震PRAを意図した記載と考えますが、それをより明確にするために項目名を「確率論的地震リスク評価」と修正しました。

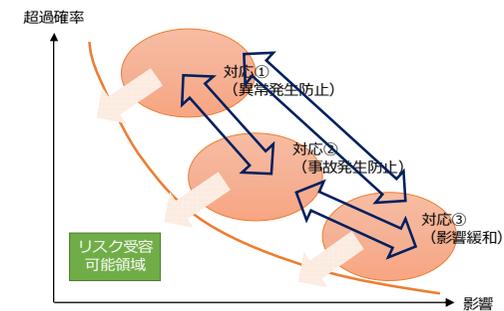


図 深層防護によるリスク低減効果（詳細は今後修正）

(耐震設計に用いる地震動の想定と安全性の確認) 原子力発電所は、一般構造物と比較して、事故が発生した際の放射性物質が人と環境へ与える影響、社会便益の喪失(ここに社会便益の喪失を含めるべきかどうかは要検討)などの社会的な影響が大きい。そのため、敷地において将来発生する可能性が否定できない最大級の揺れを想定し、その揺れに対して、その安全上重要な機能を確実に確保しなければならない。地震時に原子力発電所から放射性物質が大規模に放出され、人と環境に有害な影響を与えるリスクを許容可能なレベルに低く抑えるために、安全上重要な施設に必要な地震時の信頼性を担保する地震動として、基準地震動を設定する。

備考 1: 敷地において将来発生する可能性が否定できない最大級の揺れ安全上重要な施設に必要な地震時の信頼性を担保する地震動は、決定論的アプローチ、確率論的アプローチなど様々な検討を統合して合理的に決定されなければならない。合理的な決定にあたっては、安全目標やその補助的目標である性能目標も参照される。

備考 2: 耐震設計においては、通常運転状態、異常状態、事故状態など様々なプラント状態下での地震の発生を前提とする。

- ・本項目は地震動の想定に係る記載に限定し、項目名を「耐震設計に用いる地震動」と修正しました。
- ・本項目は、耐震設計との関連が強いため、「耐震設計」の項の直後に移動した方が全体の流れが良いと考えます。
- ・Ss を最大の地震動と捉えると、リスクがある限り青天井に Ss を大きくしていくことになりますので、Ss を「安全上重要な施設に必要な地震時の信頼性を担保する地震動」とすることを提案します。
- ・備考 2 は耐震設計において考慮するプラント状態についての記載のため、「耐震設計」の項目での記載が妥当と考えて、移動しました。

(設計基準を超える事態事象への対応策) 設計基準事象の想定を超える事象地震に対する原子力発電所の挙動を検討し、残存リスクを合理的に達成可能な限り低減させなければならない。地震に対して原子力発電所からの放射性物質の早期あるいは大量の放出を防ぐような工学的な対処を行わなければならない。原子力発電所の個々の構造物・系統・機器の地震に対する性能は、そのために最適化される。

備考 1: 原子力発電所の挙動には、関わる人と組織の挙動も含む。

(設計基準を超える事態への対処/設計拡張状態) 地震に対して、原子力発電所からの放射性物質の早期あるいは大量の放出を防ぐような工学的な対処を行わなければならない。原子力発電所の個々の構造物・系統・機器の性能は、そのために最適化される。

備考 2: 新設の原子力発電所においては、当初設計においてこのような考え方を採り、地震後の放射性物質の早期大量放出を実質的に排除するように損傷を制御するような耐震設計を行うことが望ましい。既設の発電所においては、常設設備、可搬型設備やアクシデントマネジメントを含む人の対応を組み合わせることにより、可能な範囲で同等な性能を実現する。

- ・「設計基準を超える事象への対応策」と「設計基準を超える事態への対処/設計拡張状態」は、内容の関連が強いため、まとめてひとつの項目に統合しました。
- ・本項目はSA設備を意識した記載と考えますが、設計基準を地震動の大きさとするとSsを超えた地震の対応をSsで設計されたSA設備で実施するという問題が生じます。設計基準を地震動の大きさではなく地震により発生する事象(プラント状態)と捉え、「設計基準事象を超える事象」という表現に修正しました。

(地震安全評価設計基準を超える事態における個々の設備機器の性能) 設計の想定を超える揺れに対する原子力発電所の性能は、個々の設備機器に完全な機能を要求することは現実的ではない。それらの集合(システム)の性能として議論されなければならない。設備機器の地震に対する性能は、フラジリティ曲線により確率的に表現される。地震安全評価では、地震に対して深層防護の各レベルでの防護が有効であることを評価し、プラントシステムとしての耐震設計の妥当性を確認する。これらの設備機器が地震という共通原因により同時に機能喪失することを防ぐには、その性能を、裕度、多様性、多重性(他にないかを検討)の観点から検討することが有効である。

備考: 地震動に対する多様性は、例えば、位置的な分散、振動特性(固有周期等)の多様性により与えられる。物理的分離や機能的隔離により設備機器間の独立性を高めることはこれらの検討の前提として必要である。設備機器の裕度は、強度や延性(粘り)の付与により増加する。

- ・項目名を修正し、本項目にて地震安全評価について記載することとしました。
- ・記載の順序として、本項目は「確率論的地震リスク評価」の後に記載するのが妥当と考えます。

(性能最適化の考え方) 地震による想定事象(機器の故障)の発生頻度に応じて、原子力発電所の発電・送電機能に支障がないことを求める地震動レベル、原子力発電所の自動緊急停止(スクラム)を行い修復なしに短期間に運転に復帰できること、炉心が著しく損傷しないこと、格納容器損傷による放射性物質の放出がないことが地震安全評価により確認される。この結果をを求める地震動レベル等様々な地震動レベルを定め、その機能を確保することを耐震設計にフィードバックすることにより評価として行うことも有効である。その場合、原子力発電所の継続運転等の経済性等を含め、社会の便益が最適化されるように設定されるべきである。

備考: 地震後の再稼働に関する準備も含まれる。

- ・本項目においても、地震動レベルを指標とするのではなく、想定事象の発生頻度(年発生確率)を指標とし、発生頻度に応じて要求するプラント状態を設定することにより、プラント性能と表裏の関係にある社会の便益が最適化される旨の記載に修正しました。

(図の説明) 追而

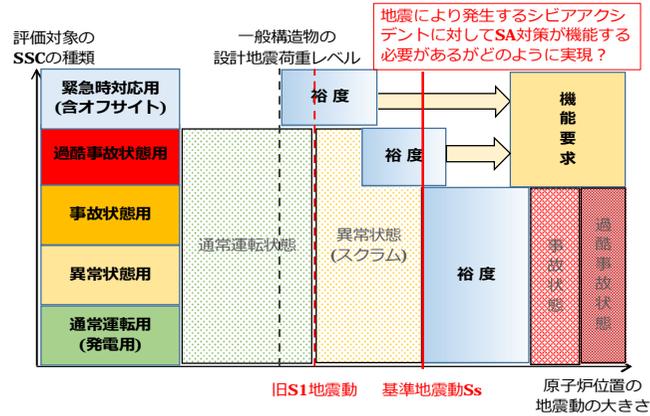


図 深層防護を含めた個々の設備機器の性能の最適化のための構成要素

(耐震設計における等級別アプローチ) 構造物・系統・機器については、以上の観点から、段階的に重要度を設定し、重要度に応じた等級別耐震設計を行う。

備考：等級別耐震設計とは、設計で想定する地震の揺れの強さ、検証手法の詳細さ、妥当性確認のレベル等様々な観点で実装される。

備考：安全上重要な構造物・系統・機器の機能としては、異常の発生防止、異常の拡大防止、事故の影響緩和だけではなく、これらの機能を支えるサポート系、損傷することでこれらの構造物・系統・機器に影響を与えるものも含める。さらに、シビアアクシデントの進展の防止や結果の緩和に関わる構造物・系統・機器に対する重要度の考え方も検討する必要がある。

(個々の構造物・系統・機器の性能) 個々の構造物・系統・機器は、設計の想定を超える地震に対して、その規模の増加に対して急激に機能が低下することがないように設計しなければならない。

(オフサイトの緊急時対応) 原子力発電所に起因する原子力災害に対するオフサイトの緊急時の準備と対応は、一般地震災害に対する準備と対応と連携した取り組みとしなければならない。また、原子力発電所における様々な取り組みが周辺地域の地震災害リスクの低減に寄与するものとなることが望ましい。

(オフサイトの個別施設等に対する要求については、必要に応じて追記)

(維持管理(保守)における地震リスクの考慮) 原子力発電所の維持管理(保守)は、継続的改善、継続的安全性向上を含めた地震安全に係る活動と整合したものでなければならない。(以上は素案。要検討)

(地震安全の構成要素の関係図) 追而
 亀田委員会のキーワード関連図のようなもの
 たとえば以下の図等がベースになる可能性

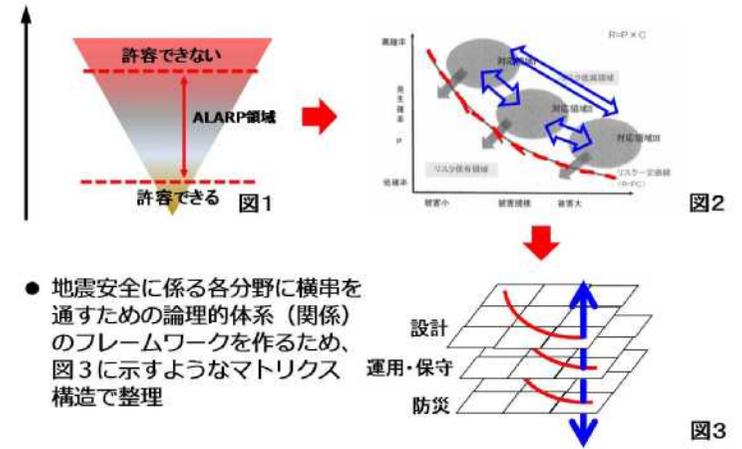


図 地震に対する原子力発電所のリスク概念と整理の枠組み

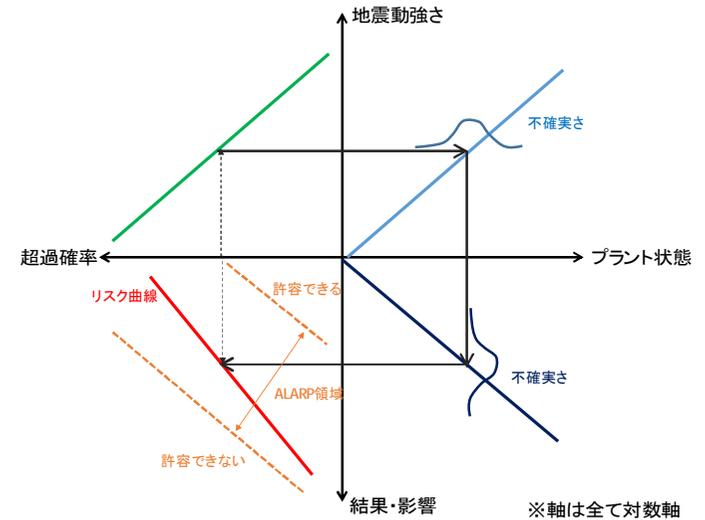


図 地震リスクマネジメントにおける各構成要素の関係

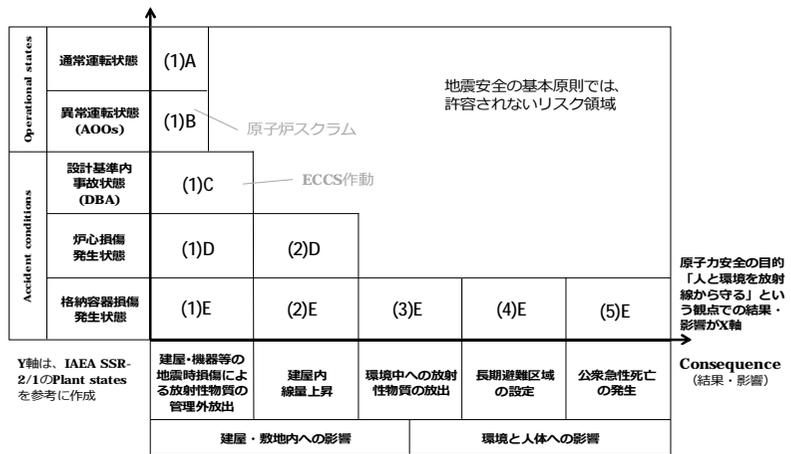


図 地震安全基本原則を考える上でのマトリクス

履歴

2016.10.31 素案

2016.11.02 企画 G 打ち合わせを踏まえて修正

2016.11.05 修正